

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-106089

(43)Date of publication of application : 02.05.1991

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 01-243682

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 20.09.1989

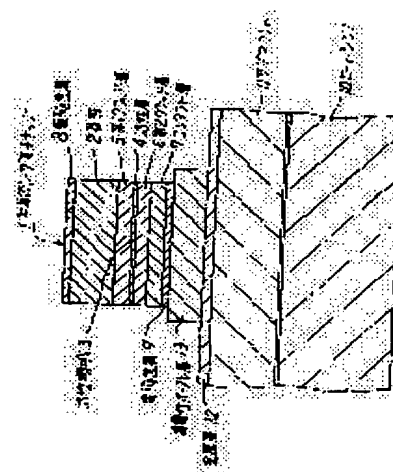
(72)Inventor : KUNIHARA KENJI

## (54) SEMICONDUCTOR LASER ELEMENT

## (57)Abstract:

PURPOSE: To elongate a semiconductor laser element in service life even if it is assembled in an UPSIDE-DOWN mode by a method wherein Ag containing epoxy resin conductive paste of specific thickness is used as a bonding material.

CONSTITUTION: A sub-mount 11 is provided onto a heat sink 10 of a Cu stem, and a metal layer 12 is formed on the sub-mount 11, and a conductive paste layer 13 of Ag containing epoxy resin is applied as thick as prescribed onto the whole face or the required part of the metal layer 12 through a method such as a screen printing or a stamping method. That is, an Ag containing epoxy resin conductive paste layer having a thickness of 0.5-3 $\mu$ m is used as a bonding material for bonding a semiconductor laser element 1 to the heat sink 10 provided with the sub-mount 11 in an UP-SIDE-DOWN mode. Therefore, if the thickness of the conductive paste is set in a range of 0.5-3 $\mu$ m, the semiconductor laser element 1 is free of the influence of inner stress caused by the conductive paste when it is in operation after bonded. By this setup, the semiconductor laser element has a life span equivalent to that when it is bonded with solder, a net time required for bonding is 1/6 of that of solder bonding, and optical shielding caused by the squeeze-out of resin hardly occurs, so that a semiconductor laser element can be efficiently assembled high in yield.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-106089

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 01 S 3/18

識別記号 庁内整理番号  
6940-5F

⑭ 公開 平成3年(1991)5月2日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 半導体レーザ素子

⑯ 特 願 平1-243682

⑰ 出 願 平1(1989)9月20日

⑱ 発 明 者 国 原 健 二 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内

⑲ 出 願 人 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 山 口 巖

明 細 書

1. 発明の名称 半導体レーザ素子

2. 特許請求の範囲

1) サブマウントを有するヒートシンクに活性層に近い側の電極面をUP-SIDE-DOWNに接合した半導体レーザ素子であって、この接合用材料として0.5～3 μmの厚さを持つAs含有エポキシ樹脂の導電性ペーストを用いたことを特徴とする半導体レーザ素子。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はサブマウントを有するヒートシンクを用いてUP-SIDE-DOWNにマウントとした半導体レーザ素子に関する。

(従来の技術)

半導体レーザ素子を室温で長期間連続発振させるためには、その素子の活性層で発生する熱を効率よく放散動作温度を下げる必要がある。一般に半導体レーザ素子の活性層に近い主面側をヒートシンク(放熱体)に接合するUP-SIDE-DOWN

の組み立て方式が採用され、これにより活性層の熱を逃がしている。このとき基板にGaAsなどを用いている半導体レーザ素子とCuなどのヒートシンクは熱膨張係数が大きく異なるため、直接半田接合すると半田溶融後の凝固過程で活性層に強いストレスが加わり、そこにクラックラインと呼ばれる転移層が発生して、発振しきれない電流が上昇し速には発振不可能となる。そこでこの対策としてInなどの軟らかい半田を用いてヒートシンクに半導体レーザ素子を接合するか、もしくはGaAs基板と熱膨張係数の差が小さいSi、Moなどサブマウントを介在させて、その上にAuSn合金などの硬い半田層を数μm形成し、これを溶融してヒートシンクに半導体レーザ素子を接合するいずれかの方法が用いられている。

(発明が解決しようとする課題)

以上のように半導体レーザ素子を組み立てる際に、このような発光素子ではヒートシンクとなるステムの基準面に対して発光点が正確に位置すること、即ち発光点の位置精度を極めて高く定める

ことが必要となる。したがって、前述のような半田接合を行なうとき、半導体レーザ素子のチップを半田層の上で最適な位置に置いた後も、半田が溶融して流れることによるチップの位置ずれを防ぐためにチップを加圧、固定しておかねばならない。そのため半導体レーザ素子のチップのダイボンディングを行なうときは、チップを高精度に位置決めしてシステムの半田面に載置し、さらに上方からチップをシステムに対し加圧固定し、半田を加熱溶融して接合した後冷却固化させるという一連のプロセスを要することになり、1個のチップの接合に必要な時間は、位置決めに10秒、半田接合が50秒であるから合計60秒かかる。このように半導体レーザ素子チップのダイボンディングに要する時間の大半は半田接合時間であり、組み立て効率に劣り量産性が問題となる。したがってこの時間を短縮するのがコスト低減の点から望ましいことである。また半田を使うために、接合時に半田が盛り上がり活性領域を塞ぎレーザ発光を妨げる可能性が大きいという問題もある。

用いてUP-SIDE-DOWN方式で組み立てたときも長寿命を保持することが可能な半導体レーザ素子を提供することにある。

#### 〔課題を解決するための手段〕

上記の課題を解決するために本発明は半導体レーザ素子をサブマウントを有するヒートシンクにUP-SIDE-DOWNに接合するための材料として、0.5～3mmの厚さを持つAg入りエポキシ樹脂の導電性ペーストを用いたものである。

#### 〔作用〕

本発明は上記のように構成したことにより、接合後の半導体レーザ素子はこの範囲の厚さでは導電性ペーストに起因する作動時の内部応力の影響は見られず、従来と同等の寿命を持っており、しかも導電性ペーストを用いたために接合に要する時間は、従来の半田を用いた場合に比べて1/6で済ませることが可能となる。

#### 〔実施例〕

以下、本発明を実施例に基づき説明する。

第1図は本発明による組み立て後の半導体レー

一方例えば発光ダイオード、IC、フォトダイオードなどのように、基板側ではなく絶縁層側でヒートシンクに接合するUP-SIDE-DOWN方式の組み立て素子では、Agを含むエポキシ樹脂のような導電性ペーストを用いて接合時間1～2秒の高速ダイボンディングが可能であるが、半導体レーザ素子に対しては活性領域がヒートシンクから遠い位置にあるので放熱効果の点では好ましくない。

しかし、これまで厚さ10mm程度のAg含有エポキシ樹脂の導電性ペーストを用いて、UP-SIDE-DOWN方式でヒートシンクに半導体レーザ素子チップを接合した場合、サブマウントを用いているにも拘らず、半導体レーザ素子の寿命は期待できるものではなかった。これはペースト硬化後の樹脂成分の熱膨張係数が半田の場合に比べてチップより著しく大きく、半導体レーザ素子作動時の僅かの温度変化が生じてこれら熱膨張係数の差により、大きな応力が作用するものとみられる。

本発明は上述の点に鑑みてなされたものであり、その目的はAg含有エポキシ樹脂導電性ペーストを

ザ素子の要部構成を示した模式断面図である。第1図において、半導体レーザ素子のチップ1は半導体結晶基板2と、この基板2の上に結晶成長などによって形成した活性領域3を持つ活性層4と、必要な各結晶成長層である第1のクラッド層5、第2クラッド層6、コンタクト層7および蒸着またはメッキなどにより形成した二つの電極金属8、9からなる。チップ1から放熱させるためのCu製システムのヒートシンク10にSiのサブマウント11を半田もしくは導電性ペーストを用いて接合しており、サブマウント11に蒸着などによりTi-Ni-Agの金属層12を形成してある。本発明ではこの金属層12の表面に所定の厚さを有するAgを含むエポキシ樹脂の導電性ペースト層13を塗布しチップ1とサブマウント11を接合した構成となっている。

次にこのような接合構造を得るための手順について述べる。まずあらかじめCu製システムのヒートシンク10にサブマウント11と、このサブマウント11に金属層12を形成しておき、金属層12の全面もしくは必要な部分に、スクリーン印刷またはスタ

ンピングなどの手法を用いて所定の厚さにAg含有エポキシ樹脂導電性ペースト層13を塗布する。その後チップ1をUP-SIDE-DOWNに位置決めし、金属層12上に塗布された導電性ペースト層13に重なるように所定の位置に載せて全体を加圧する。このとき、ヒートシンク10を図示していない熱板上に置きサブマウント11が100℃程度に加熱されるようにするのがよい。そして全体をトンネル炉または恒温槽を用いて200℃、40秒の樹脂硬化を行う。導電性ペースト層13の硬化時は、殆どペースト体積の変化がないから加圧をしておく必要がなく、チップ1の位置決め時の発光点精度を保つことができる。以上のダイボンドの正味の所要時間については、樹脂硬化時間は多数個同時処理されるから無視してよく、チップ1の位置決めに必要な10秒で済む。これら従来この過程で必要とする時間の1/6でよいことになる。

次にAg含有エポキシ樹脂導電性ペースト層13の厚さを0.1μm、0.5μm、1μm、2μm、3μm、4μm、5μm、10μmと変えて、各厚さのものについて10個

第1表からAg入りエポキシ樹脂の導電性ペースト層13の厚さが0.5～3μm間でAuSn半田を用いた従来と同様の結果を得られることがわかる。導電性ペースト層13の厚さが0.1μmの最も薄い場合は十分な接合強度を得ることができず、3μmより厚くなるにつれて半導体レーザー素子1の寿命は急激に低下してゆく。その原因は導電性ペースト層13が薄いときは、温度上昇に対してレーザーチップ1との熱膨張によって発生する内部応力は無視できる範囲であるが、厚さが増すに従って内部応力が顕著に現われてレーザーチップ1の活性層4に直接作用を及ぼすようになるからである。したがって本発明で用いるAg入りエポキシ樹脂の導電性ペースト層13の厚さは0.5～3μmとするのが最適である。

以上のように本発明では半田の代わりに導電性ペーストを用いて接合効率を高め、半田に起因する不都合な点を除去し、半導体レーザー素子に従来と同様の寿命特性を付与するものである。

(発明の効果)

つづ上記の手順により、チップ1をサブマウント11に接合した第1図の構造をもつ半導体レーザー素子を作製し、接合強度を調べるとともに光出力20mW、温度50℃の条件下で、A.P.C.(Automatic Power Control)動作の寿命試験を行い、得られた結果を第1表に示す。第1表中のペースト厚さは各10個の平均値、素子寿命は平均故障時間で示した。なお比較のためにAuSn合金半田を用いた従来の接合構造における場合についても併記した。

第1表

接合材料	ペースト厚さ(μm)	素子寿命(Hr)	接合強度
Ag含有エポキシ樹脂導電性ペースト	0.1		×
	0.5	5000	○
	1.0	5000	○
	2.0	5000	○
	3.0	5000	○
	4.0	3000	○
	5.0	500	○
	10.0	20	○
AuSn	5.0	5000	○

半導体レーザー素子をヒートシンクにマウントするための材料は従来半田を用いていたので、接合効率が悪い上に半田のはみ出しなど種々の問題があったが、本発明では実施例で述べたように、半田の代わりに厚さが0.5～3μmという薄いAg含有エポキシ樹脂の導電性ペーストを用いたために、半田接合の場合と同等の寿命特性を持ち、接合の正味所要時間は1/6で済ませることができ、樹脂のはみ出しによる遮光なども起きないから歩留りよく高効率の組み立てが可能となった。

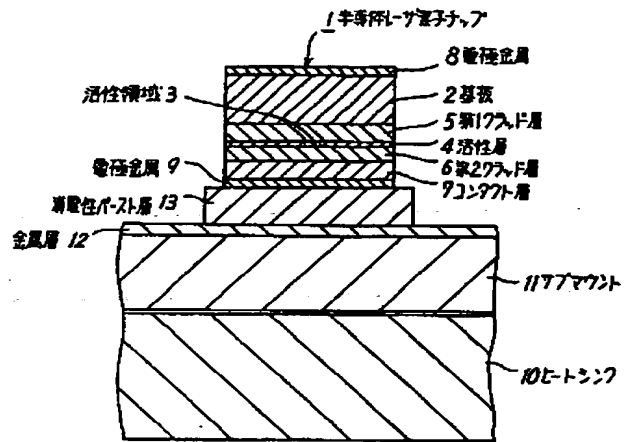
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はヒートシンクにマウントした構造を持つ本発明の半導体レーザー素子の要部を示す模式断面図である。

1：半導体レーザー素子チップ、2：基板、3：活性領域、4：活性層、5：第1クラッド層、6：第2クラッド層、7：コンタクト層、8、9：電極金属、10：ヒートシンク、11：サブマウント、12：金属層、13：導電性ペースト層。

代理人弁護士 山口 直





第 1 圖